

Пластический обмен и фотосинтез: ключевые процессы биосферы

Как растения создают органику и
поддерживают жизнь всей биосферы.



Фотосинтез — основа биосинтеза на Земле

Без пластического обмена клетка не смогла бы строить собственные структуры, а без фотосинтеза Земля не получила бы основную массу органического вещества. Эти процессы связаны с ростом, энергией, составом атмосферы и развитием жизни.



Пластический обмен: определение и основные характеристики

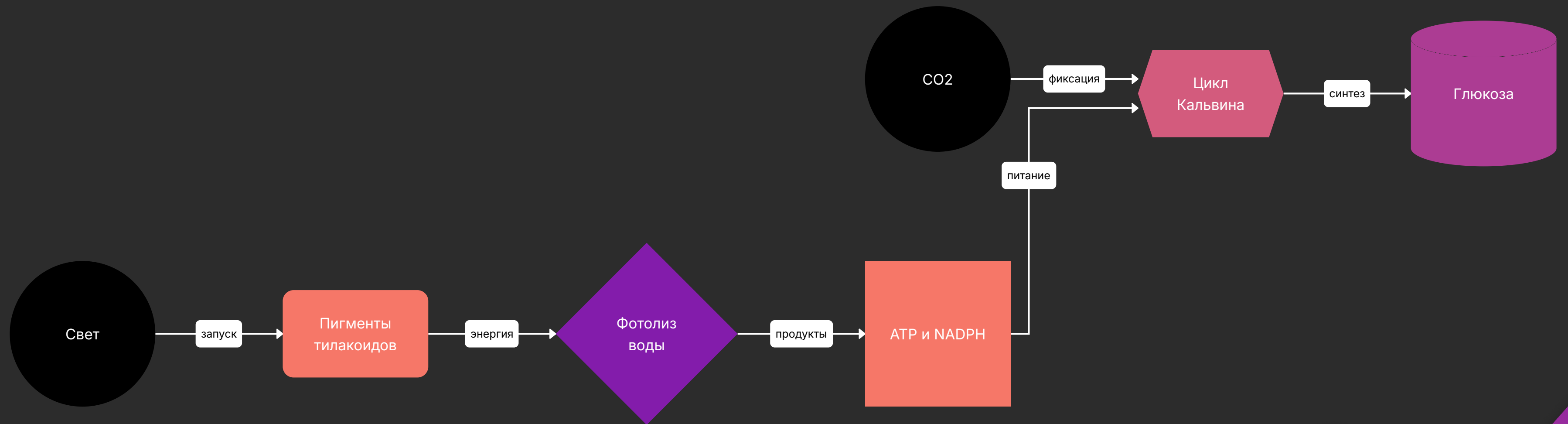
Пластический обмен, или анаболизм, включает реакции, в которых из простых молекул строятся более сложные соединения. Эти процессы требуют затрат энергии и обеспечивают химическое обновление клетки.

В ходе анаболизма синтезируются белки, нуклеиновые кислоты, липиды и полисахариды. Именно они формируют клеточные мембраны, ферменты, запасные вещества и наследственный материал всех организмов с высокой точностью.

Анаболизм особенно важен для роста, восстановления тканей и деления клеток. Без него невозможно развитие каждого организма, обновление повреждённых структур и накопление биомассы на протяжении жизни.

Свет и строма: последовательность фотосинтеза

Схема показывает связь световой и темновой фаз в хлоропласте.



Уравнение и его смысл

Общий результат

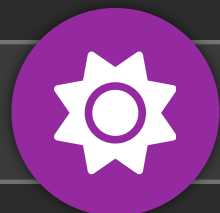
Уравнение показывает, что растения используют воду, углекислый газ и свет, чтобы создать глюкозу. Этот процесс переводит энергию Солнца в химическую форму, доступную клетке для накопления.

Что происходит с кислородом

Кислород не является главным целевым продуктом реакции, но становится жизненно важным для аэробного дыхания. Именно поэтому фотосинтез напрямую поддерживает дыхание большинства живых существ на планете.



Три главных пигмента



Хлорофилл а

Этот пигмент находится в реакционных центрах и напрямую запускает фотохимические реакции. Он особенно эффективно поглощает красный и синий свет, превращая энергию фотонов в возбуждение электронов.



Хлорофилл b

Вспомогательный пигмент расширяет спектр поглощаемого света и передаёт энергию хлорофиллу а. Благодаря ему растение использует больше световых волн, чем один основной пигмент, в течение дня.



Каротиноиды

Эти пигменты поглощают избыток энергии и защищают клетки от фотоокисления. Они также участвуют в сборе света, особенно когда освещённость меняется в течение дня в природе.

Как работает световая фаза

Антенна листа

Сначала свет улавливают пигменты в мембранах тилакоидов. Энергия передаётся от молекулы к молекуле, пока не достигнет реакционного центра. Так лист работает как точный природный «приёмник», собирающий даже слабые лучи. Благодаря этому растение получает максимум энергии в условиях переменной освещённости, например под кроной деревьев или в пасмурный день.



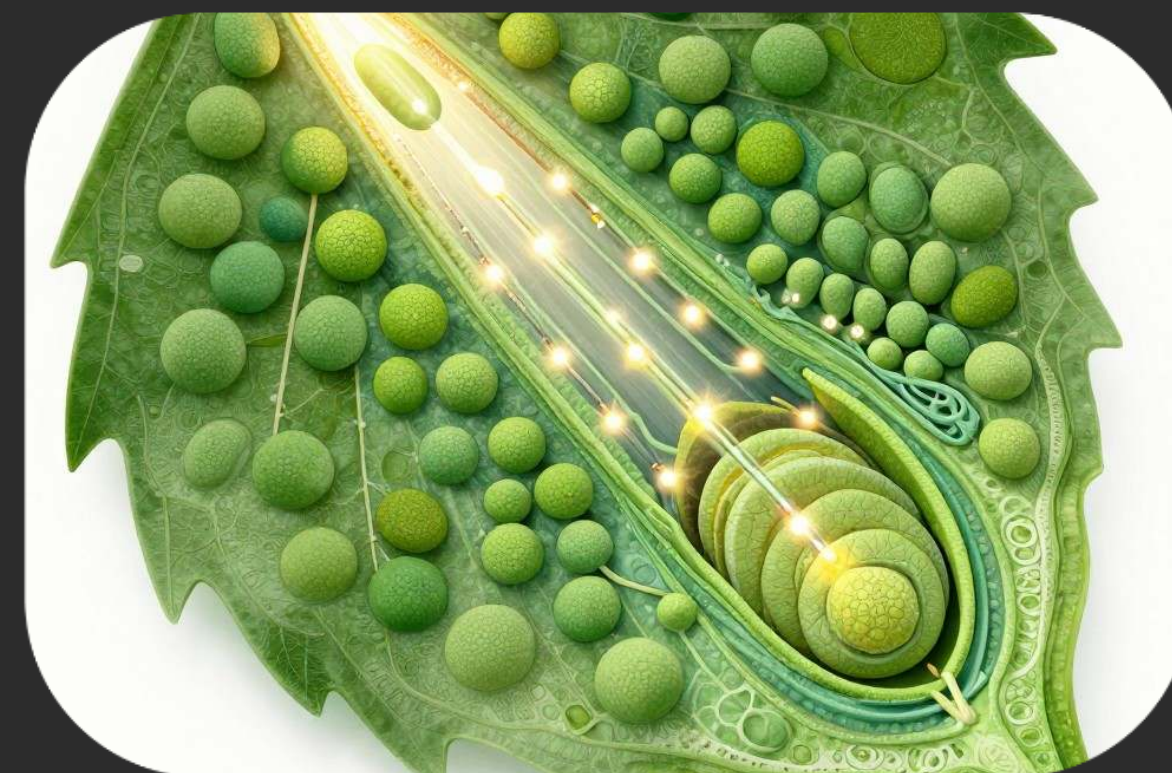
Фотолиз воды

Вторая картина световой фазы — расщепление воды. Из молекулы выделяются электроны, ионы водорода и кислород, который покидает лист. Этот шаг делает возможным дальнейший перенос энергии и служит источником O_2 для атмосферы. Без него не сформировались бы устойчивые потоки электронов, питающие следующие реакции в хлоропласте, и обеспечивающие синтез АТФ.



Электронная цепь

Освобождённые электроны проходят через цепь переносчиков и создают условия для синтеза АТФ и NADPH. Именно эти молекулы «запирают» энергию света в удобной для клетки форме, которая затем расходуется на образование углеводов в реакциях следующей фазы цикла Кальвина и обеспечивает накопление органики в листьях и плодах.



Путь фиксации CO₂ в цикле Кальвина

Фиксация CO₂

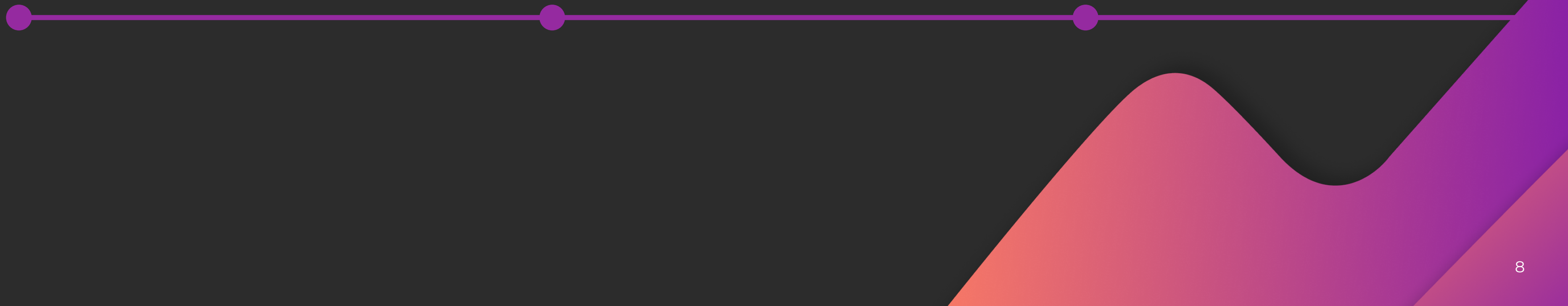
В строме хлоропласта фермент РУБИСКО присоединяет CO₂ к рибулозо-1,5-бисфосфату. Образуется нестойкое соединение, с которого начинается путь к синтезу сахаров.

Образование промежуточных соединений

Промежуточные молекулы превращаются в 3-фосfogлицериновую кислоту. Далее, с использованием АТФ и NADPH, они восстанавливаются до более энергоёмких углеродных соединений.

Сборка глюкозы

Из восстановленных соединений формируется глюкоза, а исходный акцептор CO₂ регенерируется. Цикл продолжается, пока доступны АТФ и NADPH.



Зачем нужны продукты фотосинтеза



Глюкоза как источник материала

Глюкоза служит не только топливом для дыхания, но и исходным веществом для синтеза крахмала, целлюлозы, жиров и аминокислот. Из неё строится большая часть органики растения.

Кислород и вода

Выделяемый кислород нужен для клеточного дыхания у растений, животных и грибов. Вода образуется как побочный продукт и поддерживает общий водный и газовый баланс внутри тканей.

Энергия в переносе



АТР — краткий запас энергии

Молекула АТР переносит энергию от световой фазы к реакциям синтеза. При расщеплении она быстро отдаёт фосфатную группу, поэтому клетка получает удобный кратковременный источник энергии для клетки.



NADPH — носитель восстановительной силы

NADPH переносит электроны и ионы водорода, необходимые для восстановления углекислого газа. Без него цикл Кальвина не смог бы превращать неорганический углерод в органические молекулы быстро.



Согласованная работа фаз

Световая фаза создаёт АТР и NADPH, а темновая фаза расходует их на фиксацию CO₂. Такая связка делает фотосинтез энергетически эффективным и биологически целостным процессом в клетке.

Особенности фотосинтеза у разных групп организмов

Растения

У растений фотосинтез идёт в хлоропластах, где хлорофилл а и в образуют эффективную светособирающую систему. Именно поэтому листья имеют зелёную окраску и активно используют солнечную энергию.

Водоросли и бактерии

У цианобактерий хлоропластов нет: световые реакции проходят на внутренних мембранах цитоплазмы. У бурых и красных водорослей работают дополнительные пигменты, такие как фукоксантин и фикоэритрин, расширяющие спектр поглощения.



Факторы, влияющие на интенсивность фотосинтеза

Свет служит главным источником энергии, но при слабой освещённости скорость фотосинтеза быстро падает. После достижения светового насыщения дальнейшее увеличение освещения почти не усиливает процесс.

Углекислый газ определяет скорость фиксации углерода. При его недостатке цикл Кальвина ограничивается, а повышение концентрации CO_2 обычно усиливает образование органических веществ до действия других факторов.

Температура влияет на работу ферментов. Для большинства растений наиболее благоприятен диапазон 20–30 °C, а при перегреве или холоде реакции темновой фазы заметно замедляются.

Вода нужна не только как исходное вещество, но и для поддержания тургора и работы устьиц. При засухе нарушается газообмен, и фотосинтез резко ослабевает.

Фотосинтез и хемосинтез: сходства и различия

Признак	Фотосинтез	Хемосинтез
Источник энергии	Свет	Химические реакции
Кто осуществляет	Растения, водоросли	Некоторые бактерии
Результат	Органика и O2	Органика без O2

Учебник «Биология, 10 класс» (ФГОС)

Сравнение двух способов образования органических веществ показывает, что они решают общую биологическую задачу, но опираются на разные источники энергии.

Оба процесса образуют органические вещества, но фотосинтез зависит от света, а хемосинтез — от окисления неорганических соединений.



170 млрд тонн

Этот объём показывает, что фотосинтез является главным источником биомассы и основой пищевых цепей, без которых невозможны устойчивость экосистем и жизнь аэробных организмов.

органических веществ
ежегодно создаёт
фотосинтез на планете

Влияние человеческой деятельности на фотосинтез

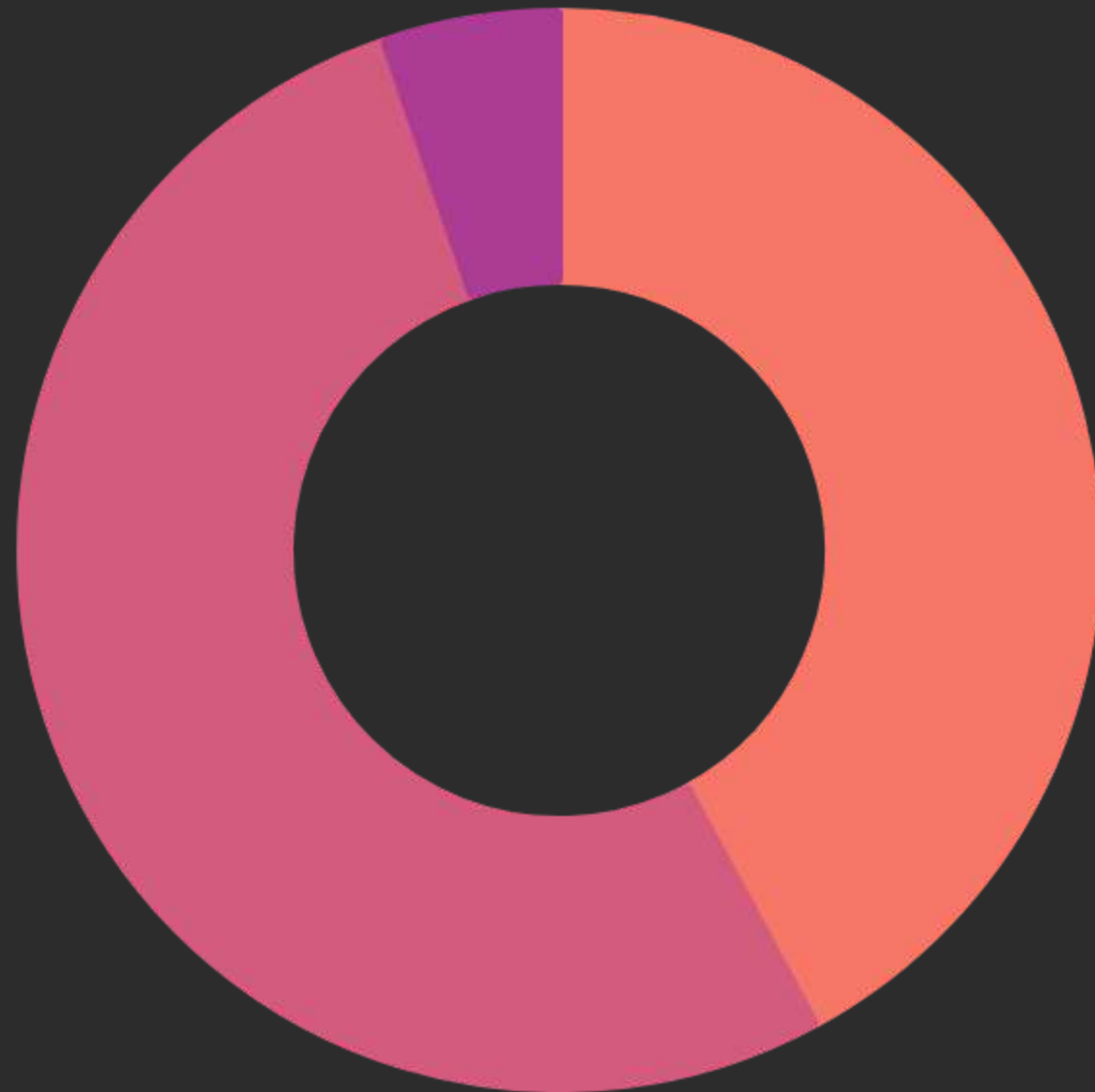
Поглощая CO₂, зелёные растения уменьшают концентрацию парниковых газов и смягчают потепление. Когда площадь растительного покрова сокращается, этот естественный регулятор климата ослабевает.

Вырубка лесов лишает экосистемы крупнейших производителей органического вещества. Одновременно уменьшается испарение влаги и ухудшается местный климат, что ещё сильнее снижает продуктивность фотосинтеза.

Загрязнение воздуха, почв и воды повреждает листья, нарушает работу устьиц и ограничивает поступление минеральных веществ. В результате замедляется рост растений и падает устойчивость экосистем.

Продуктивность экосистем: вклад в фотосинтез

Тропические леса Океанический планктон Пустыни и полярные



ЧПП зависит не только от площади, но и от освещённости, температуры и доступности воды, поэтому влажные тёплые биомы накапливают больше органического вещества.

Основной вклад дают океан и влажные леса; экстремальные условия резко уменьшают продуктивность, поэтому сохранение ключевых биомов особенно важно.

Учебник «Биология, 10 класс» (ФГОС); обобщённые данные о чистой первичной продукции

Современные применения фотосинтеза в науке и технологиях

Селекция, усиленная генетикой

Учёные ищут способы сделать растения более экономными и продуктивными: лучше использовать свет, воду и углекислый газ. Генетические модификации позволяют повышать урожайность и устойчивость к засухе, болезням и засолению почв. На иллюстрации уместно показать теплицу или поле с исследователем и молодыми побегами.



Микроводоросли как топливный ресурс

Микроводоросли быстро накапливают биомассу и могут служить сырьём для биотоплива. Их выращивают в установках, где легко контролировать свет, питательные вещества и температуру. Изображение может передавать лабораторные фотобиореакторы с прозрачными резервуарами и ярко-зелёной суспензией.



Искусственный фотосинтез будущего

Искусственные системы стремятся повторить природное преобразование света в полезную энергию. Такие разработки рассматривают как путь к более чистому производству топлива и очистке воздуха от CO₂. Для визуализации подойдёт технологический модуль с солнечными панелями, катализаторами и воздушными потоками.



Связь пластического обмена с ростом и развитием растения

Пластический обмен создаёт строительный материал для клеток: белки, липиды, углеводы и нуклеиновые кислоты. Без этого синтеза невозможны деление клеток, образование тканей и рост побегов и корней.

Фитогормоны ауксины и гиббереллины усиливают деление и растяжение клеток. Они помогают растению быстрее наращивать массу, формировать листья, стебли и генеративные органы.

Продукты фотосинтеза одновременно служат источником энергии для дыхания и сырьём для новых структур. Поэтому интенсивность пластического обмена напрямую связана с жизнеспособностью и развитием растения.

Экспериментальное подтверждение процессов фотосинтеза

Метод Ингенгауза в капле воды

Если погрузить лист в воду и осветить его, на поверхности появляются пузырьки кислорода. Так можно увидеть, что фотосинтез действительно сопровождается выделением O_2 . Этот классический опыт удобно показать на фоне зелёного листа, стакана и солнечного луча.



Свет как управляемый фактор

В опытах с разной освещённостью исследователь сравнивает скорость образования кислорода и делает вывод о зависимости фотосинтеза от света. Гидропонные установки помогают точно менять условия без влияния почвы. На иллюстрации важны лампа, растения и измерительные приборы.



Закон лимитирующего фактора по Блэкману

Блэкман показал, что скорость фотосинтеза определяется самым дефицитным условием — светом, CO_2 или температурой. Даже при достатке одного ресурса процесс остаётся ограниченным другим. Для изображения подойдёт лабораторная схема с тремя переменными и стрелкой к меньшему значению.



Фотосинтез как основа устойчивого будущего

Понимание пластического обмена и фотосинтеза объясняет, как растения создают биомассу, поддерживают кислородный баланс и обеспечивают человека пищей, климатической устойчивостью и ресурсами для будущего развития на планете.

